

Short Report

イネばか苗病制御技術の開発(2)

種子消毒剤処理後のイネばか苗病菌の侵入がばか苗病の発生に及ぼす影響

藤晋一¹, 工藤学¹¹ 秋田県立大学 生物資源科学部生物生産科学科

イネばか苗病は、*Fusarium fujikuroi*（イネばか苗病菌）によって引き起こされる種子伝染性のイネの重要病害の一つである。本病の発生を未然に防ぐため、健全種子の利用に加え、EBI(DMI)系の化学合成農薬による種子消毒が広く行われ、EBI 剤に対する低感受性菌の発生が増加傾向にある。加えて、農家が種子予措を行う施設内に病原菌が存在し、それが浸種および催芽時に混入する可能性が示唆されている。そこで、本菌の EBI 剤に対する薬剤感受性の異なる菌株を用いて、各種種子消毒剤で処理した種子の催芽を孢子懸濁液で行い、本病を抑止できるかどうか調査した。その結果、EBI 剤処理区において EBI に対する感受性の違いにかかわらず、いずれの供試菌株においても一部の EBI 剤処理区において発病苗が認められた。このことから、種子消毒処理後の種子予措時にこれらの病原菌が侵入することで種子がばか苗病に感染し、育苗期から本田でばか苗病が発生する危険性があることが明らかとなった。加えて、EBI 剤処理区の発病苗の草丈は、無処理区の発病苗に比べて低く抑えられた。この結果から、本田で発病は、EBI 剤の効果で草丈の徒長が抑えられることで罹病苗と健全苗の判別が困難になり、感染苗と健全苗と混同されて本田に持ち込まれた結果である可能性を示唆している。

キーワード：イネばか苗病, *Fusarium fujikuroi*, 化学合成農薬, エルゴステロール生合成阻害剤

イネばか苗病は *Fusarium fujikuroi* によって引き起こされる種子伝染性病害である。近年、東北地域では本病の発生が増加傾向にあり、その原因は、温湯種子消毒法や微生物防除資材を取り入れた、環境保全型農業と有機・減農薬栽培高まりが主な原因とされてきた。しかしながら、現在最も普及しているエルゴステロール生合成阻害[EBI(DMI)]系の種子消毒剤を用いて種子消毒を行ったにも関わらず、ばか苗病が発生する農家も散見されている。韓国でも本病の発生は大きな問題となっており、その要因として、温湯種子消毒法の普及と EBI 系種子消毒剤のプロクロラズの効果低下が挙げられている。

本病は種子伝染性の病害であるため、健全種子の利用（種子更新）と EBI 系種子消毒剤で適切に消毒することで、本病の発生を十分に抑えることができる。藤ら（2015）は、薬剤感受性の異なる 16 菌株の

分生孢子を減圧接種して作製した汚染種子を用いて、2 種の EBI 系薬剤に対する効果を調査した。その結果 2 種類の EBI 剤はいずれの菌株に対しても高い防除効果を示した。

一方、これまで本病が発生している農家は、発生を繰り返しており、種子伝染以外の感染経路が示唆された。藤ら（2015）は、本病の発生は、農家が種子予措を行う施設内に病原菌が存在し、それが浸種および催芽時に混入することが原因ではないかと考え、イネばか苗病菌が属するフザリウムを選択的に分離可能な駒田培地等を農家施設内で暴露した。その結果、17 件の農家のうち 3 件の農家では、ばか苗病菌が確実に存在し、ばか苗病菌の伝染源として、種子伝染以外に農家の施設内に存在する菌が伝染源となり得ることが明らかとなった。

したがって、EBI 系の種子消毒剤を用いて種子消

毒した農家での発生も、種子予措中に病原菌が侵入することで、発生する可能性が考えられた。そこで本研究では、化学合成農薬で消毒した種子を EBI 感受性が異なる菌株の分生孢子懸濁液で催芽処理した場合、本病の発生を抑止できるかどうかを調査した。

材料および方法

供試菌株

本試験には、ベノミル耐性/EBI 低感受性の AFM06-29C, ベノミル感受性/EBI 低感受性の AFM06-27A およびベノミル耐性/EBI 感受性の Nakata gf の 3 菌株を供試した。なお、薬剤感受性については入江・井上 (1998) に基づいて行った。

分生孢子懸濁液の作製

薬剤感受性の異なる 3 菌株をオートミール培地に置床し 25℃下で培養した。シャーレ全体に生育させた後、軟毛ハブラシ (ライオン) で菌そう表面をブラッシングし、蛍光灯下で培養を行い、分生孢子を形成させた。分生孢子を滅菌水に懸濁し、 5×10^6 個/ml の濃度の分生孢子懸濁液を作製した。

イネばか苗病菌の催芽時混入に対する各種種子消毒剤の効果

試験には、健全種子 (品種：短銀坊主)、各区 200 粒の 3 反復で行った。種子は薬剤処理する前に 60℃ 10 分間温湯消毒を行った。試験には 5 種の EBI 系種子消毒剤 (混合剤も含む) および対照区としてベノミル剤を用い、それぞれ規定の濃度で 24 時間浸漬処理 (15℃) した。消毒後の種子は直ちに 3 日間 15℃ で浸種処理を行った。浸種後の種子を取り出し、孢子懸濁液で 24 時間催芽処理 (30℃) を行った。催芽後の種子はいなほ培土を床土とした育苗箱 1/15 相当の容器に播種、覆土した後、30℃で 2 日間出芽処理を行った。出芽後は、グロースチャンバー内 (藤・茂木 2007) で維持し、播種 21 日後に全苗を調査することで、発病苗率を算出した。また、発病苗については草丈の調査を行った (最大 15 苗)。

結果及び考察

AFM06-29C (ベノミル耐性/EBI 低感受性) 菌株における催芽時接種試験の無消毒区においては発病苗率 88.3%であった (図 1)。EBI 剤処理区では、EBI 剤 B 処理区で 6.8%, EBI 剤 C 処理区で 6.9%の発病

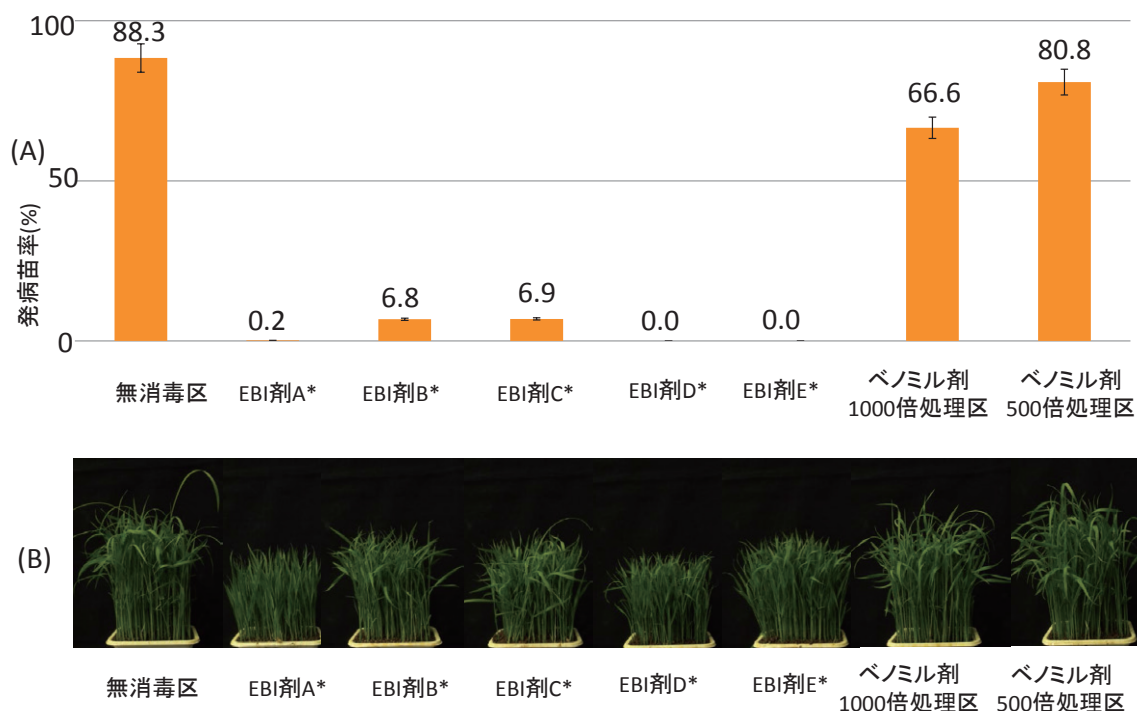


図1 AFM06-29C (ベノミル^R/EBIM^R) 催芽時接種区における発病苗率 (A) および同菌接種苗 (B) 催芽 (30℃24時間) を 5.0×10^6 /ml の孢子懸濁液中で行い、感染処理を行った

が認められたものの、無消毒区と比較して発病苗率は低く抑えられていた。加えて、EBI 剤で処理した発病苗の草丈は、無消毒区の平均値 23.2 cm に対して EBI 剤 B 処理区で 20.2 cm, EBI 剤 C 処理区で 16.3 cm と無消毒区と比べて低く抑えられていたが(表 1)、種子消毒時接種試験と比較すると EBI 剤 A 処理区, EBI 剤 B 処理区, EBI 剤 C 処理区で発病苗率の増加がみられた。ベノミル剤処理区では、ベノミル剤 1,000 倍処理区で発病苗率 66.6%, ベノミル剤 500 倍処理区で 80.8% と 500 倍処理区においては無消毒区とほぼ同等の発病苗率であった。また、ベノミル剤で処理した発病苗の草丈は、ベノミル剤 1,000 倍処理区で平均 21.4 cm, ベノミル剤 500 倍処理区では 20.0 cm であった。

AFM06-27A (ベノミル感受性/EBI 低感受性) 菌株における催芽時接種試験の無消毒区においては発病苗率 2.0% であった(図 2)。EBI 剤処理区では、EBI 剤 A 処理区で 0.2%, EBI 剤 C 処理区で 0.2%, EBI 剤 D 処理区で 0.4%, EBI 剤 E 処理区で 0.4% と種子消毒時接種試験同様に発病苗率は全体に低く抑えられていたものの、一部の EBI 剤処理区で発病苗率の増加がみられた。加えて、EBI 剤で処理した発病苗の草丈は無消毒区の平均値 19.4 cm に対して、EBI 剤 A 処理区で 16.2 cm, EBI 剤 D 処理区で 15.9 cm, EBI 剤 E 処理区で 16.0 cm と低く抑えられていた(表 1)。ベノミル剤処理区では、ベノミル 1,000 倍処理

区で 0.4%, ベノミル 500 倍処理区で 2.5% であった。ベノミル剤処理区の発病苗の草丈は、平均値はベノミル 1,000 倍処理区で 18.5 cm, ベノミル 500 倍処理区で 19.2 cm と薬剤処理による大きな変化は認められなかった。

Nakata gf (ベノミル耐性/EBI 感受性) 菌株における催芽時接種試験の無消毒区では発病苗率 62.8% であった(図 3)。EBI 剤処理区では、EBI 剤 A 処理区で 0.8%, EBI 剤 B 処理区で 2.1%, EBI 剤 C 処理区で 1.7% の発病が認められたものの、無消毒区と比較して発病苗率は低く抑えられていた。加えて、EBI 剤で処理した発病苗の草丈は、無消毒区の平均値の 22.0 cm に対して、EBI 剤 A 処理区で 16.7 cm, EBI 剤 B 処理区で 18.7 cm, EBI 剤 C 処理区で 19.4 cm と低く抑えられていたが(表 1)、種子消毒時接種試験と比較すると EBI 剤 A 処理区, EBI 剤 B 処理区, EBI 剤 C 処理区において発病苗率の増加がみられた。ベノミル剤処理区では、ベノミル剤 1,000 倍処理区で発病苗率 85.3%, ベノミル剤 500 倍処理区で 86.4% であった。また、ベノミル剤で処理した発病苗の草丈は、ベノミル 1,000 倍処理区で 29.2 cm, ベノミル 500 倍処理区で 25.0 cm と無消毒区よりも草丈が高かく、薬剤濃度に関わらず無消毒区と同等、もしくはそれ以上に徒長が顕著だった。

本試験において対照剤としてベノミル剤を用いた。その結果、AFM06-29C (ベノミル耐性/EBI 低感受性)

表1 催芽処理時接種区における発病苗の草丈測定結果

接種菌株	無消毒区	EBI剤A	EBI剤B	EBI剤C	EBI剤D	EBI剤E	ベノミル剤 1000倍処理	ベノミル剤 500倍処理
AFM06-29C (ベノミルR/EBIMR)	23.2(±1.2)**	16.3 (±0)	20.2 (±0.4)	19.6 (±0.3)	-	-	21.4(±1.0)	20.0(±0.3)
AFM06-27A (ベノミルS/EBIMR)	19.4(±0.6)	16.2 (±0)	-	-	15.9 (±0.5)	16.0(±0.1)	18.5(±0.3)	19.2(±0.2)
Nakata gf (ベノミルR/EBIS)	22.0(±0.8)	16.7 (±0.1)	18.7 (±0.6)	19.4 (±0.6)	-	-	29.2(±0.7)	25.0(±1.4)

*各EBI剤処理区にはEBI単剤及び混合剤を使用した

(単位:cm)

** ()内の数値(cm)は平均値の最大値と最小値の差を表す

ー:罹病苗がなかったため測定不能

および Nakata gf (ベノミル耐性/EBI 感受性) の 2 菌株における催芽時接種試験のベノミル剤処理区では 1,000 倍処理区の方が 500 倍処理区よりも発病苗率が低い結果が得られた。このことは、供試菌株の薬剤感受性検定においても見受けられており、ベノミルに対して MIC 1,600ppm 以上と判定された菌株でも、そのほとんどが 200ppm 付近で一度生育が阻害され、菌糸の伸長が観察されなくなった。しかし、400ppm 以上になると菌糸の伸長を再開し、1,600ppm でも菌糸の伸長がみられた。以上の結果から、200ppm 付近の薬剤濃度であれば、ばか苗病菌がベノミル耐性菌であっても高い防除効果を示す可能性が示唆された。入江ら (1987, 1989) は、ベノミル剤のベノミル耐性菌を保菌した種子に対する防除効果は、接種種子を使用した場合は低濃度液・長時間浸漬消毒及び湿粉衣消毒ともに劣るが、自然感染種子には高い防除効果を示し、特に湿粉衣、吹き付けあるいは高濃度・短時間浸漬の各処理は、一般に流通しているような保菌率の低い種子に対して、実用的には支障のない程度に発病を抑制する一方、感受性菌保菌種子に対しては接種によって高濃度に保菌した種子であっても高い防除効果を発揮すると報告されている。また、ばか苗病ベノミル耐性菌が感染した種子に対して、苗いもちに効果があるとされている

るベノミル水和剤の播種時灌注処理を用いたところ、一定の防除効果が得られたとの報告 (藤, 2013) もなされており、ベノミル剤の使用方法は今後検討の余地があるものと考えられた。

EBI 剤処理区において EBI に対する感受性の違いにかかわらず、いずれの供試菌株においても一部の EBI 剤処理区において発病苗が認められた。このことから、種子消毒処理後の種子予措時にこれらの病原菌が侵入することで種子がばか苗病に感染し、育苗期から本田でばか苗病が発生する危険性があることが明らかとなった。また本試験において、EBI 感受性菌に対しては種子消毒による防除効果は期待できるものの、EBI 低感受性菌に対しては十分な防除効果を示さないという結果が得られた。さらに、いずれの菌においても EBI 剤で薬剤処理後に発病した苗の草丈は無消毒区の草丈よりも低く抑えられており、近年のばか苗病の発生動向の原因の一つと考えられた。すなわち、これまでイネばか苗病は、育苗箱に発生した罹病苗の抜き取りによって本田での発生を回避できたものの、EBI 剤で処理した罹病苗は育苗初期に EBI 剤の効果で草丈の徒長が抑えられることで罹病苗と健全苗の判別が困難になり、感染苗と健全苗と混同されて本田に持ち込まれ、見かけ上は育苗後期での発病や本田移植後の発病のように見

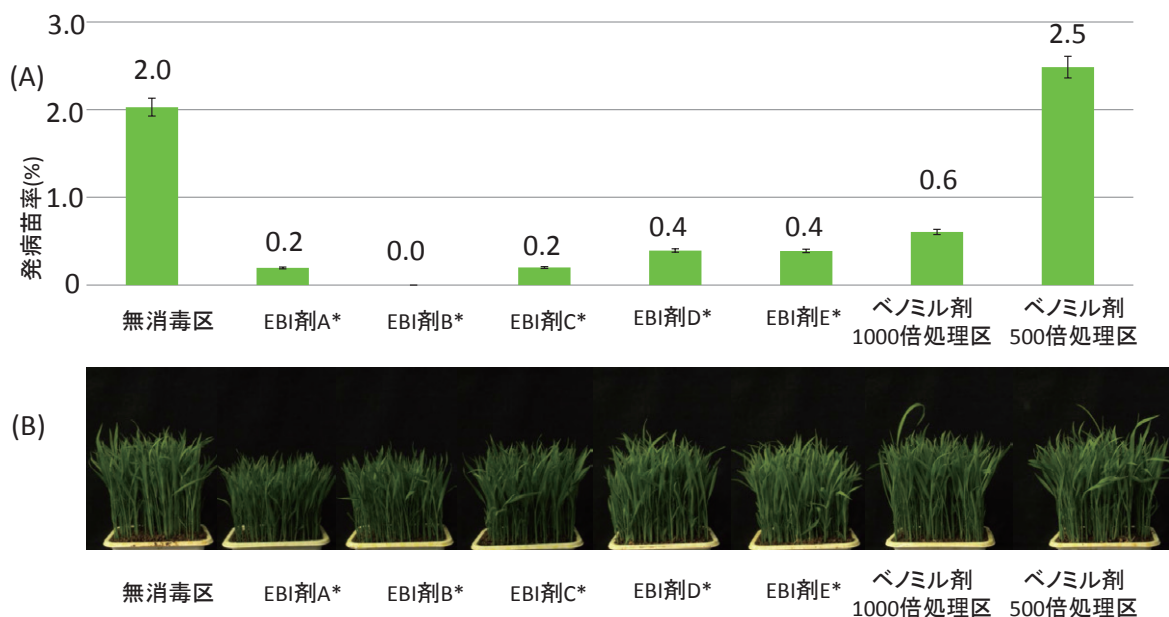


図2 AFM06-27A (ベノミルS/EBIMR) 催芽時接種区における発病苗率 (A) および同菌接種苗 (B)
催芽 (30℃24時間) を 5.0×10^6 /ml の孢子懸濁液中で行い、感染処理を行った

えていたことによるものと考えられた。現在秋田県におけるばか苗病防除基準には、種子消毒処理による対策のみが記載されているが、本研究より、種子予措時に病原菌が侵入することで発病する危険性があることが示唆された。そのため本病害の防除は、種子消毒処理のみに依存するのではなく種子予措場所の環境衛生にも十分に注意し、イネばか苗病菌の侵入経路を遮断していく必要があるものとする。

謝辞

本研究は、秋田県立大学平成 26 -27 年度産学連携・共同研究推進事業および平成 25 年～27 年度大潟村農業協同組合との共同研究によって行われた。

文献

藤 晋一 (2013) 「化学農薬を用いない水稻種子消毒法の普及による諸問題とその対策」『植物防疫』67(4), 223-227.

藤 晋一, 茂木貴恵 (2007) 「グロースキャビネットを利用した苗いもち、およびばか苗病の検定」

『植物防疫』61(9) 475-480.

藤 晋一, 工藤 学, 佐々木南海 (2015). 「イネばか苗病制御技術の開発(1)イネばか苗病菌の薬剤感受性が種子消毒の効果に及ぼす影響と農家施設のモニタリング」『秋田県立大学ウェブジャーナル B』2, 181-186.

入江和己, 井上幸次 (1998) 「イネばか苗病菌」日本植物病理学会殺菌剤耐性菌研究会 (編) 『植物防疫特別増刊号 植物病原菌の薬剤感受性検定マニュアル』 pp16-20.

〔平成 28 年 7 月 20 日受付〕
〔平成 28 年 7 月 31 日受理〕

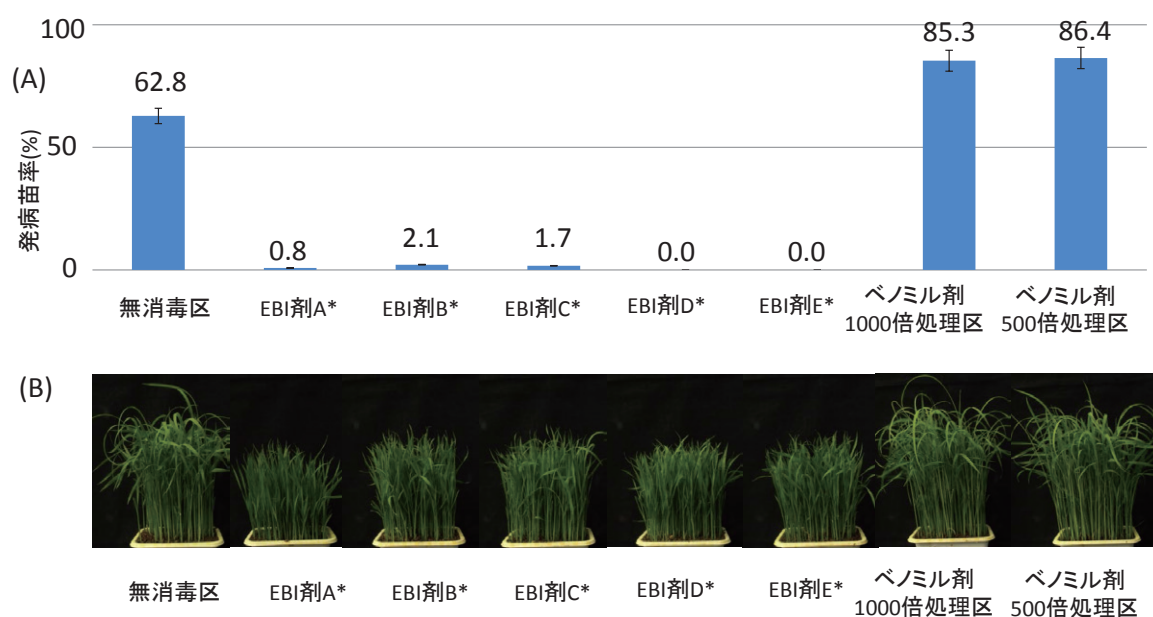


図3 Nakata gf (ベノミルR/EBIS) 催芽時接種区における発病苗率 (A) および同菌接種苗 (B) 催芽 (30℃24時間) を 5.0×10^6 /mlの孢子懸濁液中で行い、感染処理を行った

Development of a control method for Bakanae disease (2)

Effect of seed disinfection using EBI chemical fungicides on the invasion of *Fusarium fujikuroi* during the sprouting period

Shin-ichi Fuji¹, Gaku Kudo¹

¹ Department of Bioresource Science, Faculty of Bioproduction Science, Akita Prefectural University

Fusarium fujikuroi is a haploid filamentous fungus and a rice seed-borne pathogen that causes bakanae (foolish seedling) disease. Several chemical fungicides (EBI) have been used as seed disinfection materials to control seed-borne fungal and bacterial diseases. Recently, we reported that the population of *F. fujikuroi* isolates moderately sensitive to EBI fungicides showed an upward trend and the contamination of farmer working facilities influenced the occurrence of bakanae disease. In the current study, we investigated the effect of seed disinfection using EBI chemical fungicides on the invasion of *F. fujikuroi* during the sprouting period. Bakanae disease occurred in seedlings for all the tested EBI fungicides when disinfected seeds in their sprouting period were soaked in the spores of three isolates with different chemical sensitivities. In addition, the height of diseased seedlings was inhibited after the use of EBI fungicides. These results suggest that the cleaning of farmer working facilities is vital for the control of bakanae disease.

Keywords: *Fusarium fujikuroi*, Bakanae (foolish seedlings) disease, chemical fungicide, ergosterol biosynthesis inhibitor